

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



533 282

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
13. Mai 2004 (13.05.2004)

PCT

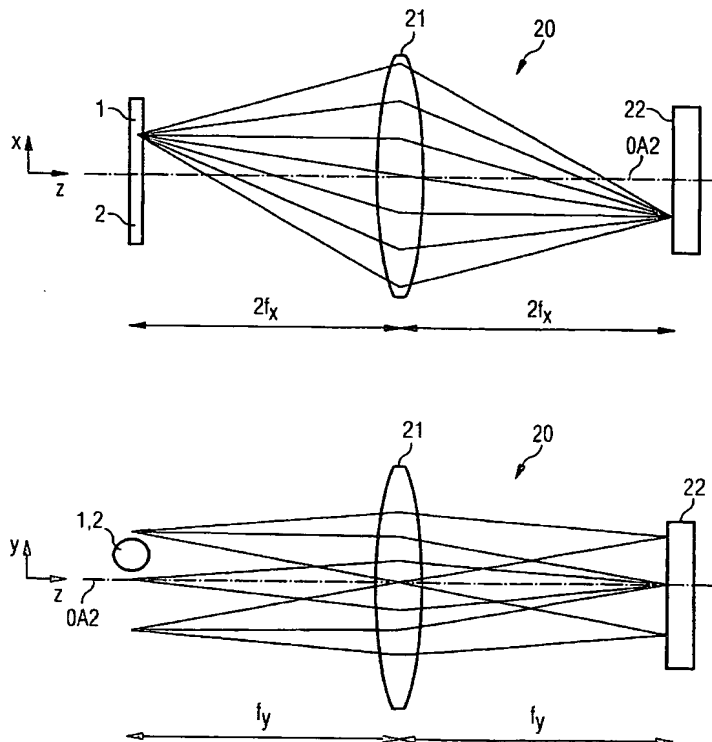
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/040343 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: G02B 6/255 (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): CCS TECHNOLOGY, INC. [US/US]; 103 Foulk Road, Wilmington, DE 19803 (US).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003630 (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): CONTAG, Karsten [DE/DE]; Meindlstr. 19, 81373 München (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 31. Oktober 2003 (31.10.2003) (74) Anwalt: EPPING HERMANN FISCHER PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH; P.O. Box 200734, 80007 München (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 102 50 880.1 31. Oktober 2002 (31.10.2002) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR THERMALLY TREATING AT LEAST ONE OPTICAL FIBRE

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR THERMISCHEN BEHANDLUNG WENIGSTENS EINES LICHTWELLENLEITERS



(57) Abstract: The invention relates to a device for thermally treating at least one optical fibre, comprising a radiation source (3). A first optical system (3, 10) directs a beam (8) that is emitted from the radiation source onto the optical fibre (1, 2) from a first side. The first optical system (10) generates a beam profile (4), whose transversal expanse relative to a longitudinal axis (LA) of the optical fibre corresponds to at least twice the diameter (df) of an optical fibre. The optical fibre (1, 2) is positioned in the focal zone of the beam so that it lies wholly outside a central axis (A) of the beam profile (4), transversely to the longitudinal axis (LA) of the optical fibre. A second optical system (20, 30, 40), which is positioned downstream of the optical fibre (1, 2) in an optical path of the beam, reflects and directs radiation (5) that is emitted laterally past the optical fibre onto said fibre from a second side (1, 2). The invention permits the provision of a simple optical system, which directs the radiation onto the optical fibre from two directions with an approximately identical power density.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/040343 A1



(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(57) **Zusammenfassung:** Eine Vorrichtung zur thermischen Behandlung wenigstens eines Lichtwellenleiters weist eine Strahlungsquelle (3) auf. Ein erstes optisches System (3, 10) dient zur Lenkung eines von der Strahlungsquelle ausgestrahlten Strahls (8) auf den Lichtwellenleiter (1, 2) von einer ersten Seite. Das erste optische System (10) erzeugt ein Strahlprofil (4), dessen Ausdehnung quer zu einer Längsachse (LA) des Lichtwellenleiters mindestens dem Zweifachen eines Lichtwellenleiter-Durchmessers (df) entspricht. Der Lichtwellenleiter (1, 2) ist im Fokussierungsbereich des Strahls in Richtung quer zu der Längsachse (LA) des Lichtwellenleiters vollständig außerhalb einer Mittenachse (A) des Strahlprofils (4) positioniert. Ein zweites optisches System (20, 30, 40), das in Richtung eines Strahlengangs des Strahls hinter dem Lichtwellenleiter (1, 2) positioniert ist, reflektiert und lenkt eine seitlich an dem Lichtwellenleiter vorbei transmittierte Strahlung (5) auf den Lichtwellenleiter (1, 2) von einer zweiten Seite. Mit der Erfindung ist es ermöglicht, ein einfaches optisches System bereitzustellen, das die Strahlung aus zwei Richtungen mit annähernd gleicher Leistungsdichte auf den Lichtwellenleiter richtet.

## Beschreibung

### Vorrichtung zur thermischen Behandlung wenigstens eines Lichtwellenleiters

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur thermischen Behandlung wenigstens eines Lichtwellenleiters mit einer Strahlungsquelle und mit einem optischen System zur Lenkung eines von der Strahlungsquelle ausgestrahlten Strahls auf den Lichtwellenleiter.

Bei einem Verfahren zum thermischen Verspleißen von Lichtwellenleitern werden im allgemeinen zu verbindende Glasfasern durch eine Wärmequelle auf Schmelztemperatur erwärmt und dabei in Kontakt gebracht. Heutige Spleißgeräte benutzen in der Regel eine elektrische Glimmentladung als Energiequelle für den Spleißvorgang. Daneben kann auch ein Laser, vorzugsweise ein CO<sub>2</sub>-Laser, als Wärmequelle verwendet werden, der den Vorteil bietet, durch Formung des Strahlprofils am Ort der Spleißstelle und/oder durch Steuerung des Leistungsdichteprofiles durch Bewegen des Laserstrahls über der Spleißstelle die Form der Erwärmungszone beeinflussen zu können, wie beispielsweise in der bis zum Anmeldetag der vorliegenden Anmeldung noch nicht veröffentlichten deutschen Patentanmeldung 102 127 16.6 beschrieben. Während des Spleißvorgangs befinden sich die zu verspleißenden Lichtwellenleiter in einer Einflußzone der Laserstrahlung und werden dadurch auf Schmelztemperatur erwärmt. Für die Qualität der erreichten Spleißverbindung sind, neben anderen Parametern, sowohl die Intensität der Erwärmung der Lichtwellenleiter als auch die Größe der Erwärmungszone von Bedeutung.

Ein Problem bei der Verwendung eines Laserstrahls als Wärmequelle besteht darin, daß bei einseitigem Auftreffen des Laserstrahls auf die Lichtwellenleiter ein Temperaturgradient zwischen der dem Laserstrahl zugewandten Seite und der dem Laserstrahl abgewandten Seite der Lichtwellenleiter entsteht.

Dadurch ergibt sich eine Asymmetrie der Spleißstelle, die zu einem unvollständigen Verschweissen beider Enden der Lichtwellenleiter führen kann. Die Spleißqualität, gekennzeichnet insbesondere durch die auftretenden Kopplungsverluste und die Zugfestigkeit des Spleißes, verschlechtert sich bei einseitiger Erwärmung im allgemeinen.

Eine Lösung des Problems könnte darin bestehen, daß die Leistungsdichte am Ort des Spleißes in Verbindung mit der zeitlichen Steuerung der Laserleistung so eingestellt wird, daß der Temperaturgradient über den Faserquerschnitt verringert wird. Insbesondere kann dies durch eine Verringerung der Leistungsdichte in Verbindung mit einer Erhöhung der Spleißdauer erreicht werden. Der Nachteil dieser Lösung besteht darin, daß mit einer Erhöhung der Spleißdauer auch eine Vergrößerung der Erwärmungszone verbunden ist. Dies widerspricht sich mit der Idee, durch Verwendung eines Laserstrahls anstelle einer konventionellen Glimmentladung gezielt die Form der Erwärmungszone zu beeinflussen.

In US 4 263 495 ist ein Verfahren beschrieben, bei dem ein Laser als Energiequelle zum Verspleißen von Lichtwellenleitern verwendet wird. Bei diesem Verfahren wird eine Fokussierung des Laserstrahls vorgenommen, um eine ausreichende Leistungsdichte zu erhalten. Die Strahlung des Lasers wird durch Linsen bzw. Kombinationen aus Linsen und Spiegeln so gebündelt, daß sich ein Fokussierungsbereich, in dem die Strahlung auf die Lichtwellenleiter trifft, mit erhöhter Leistungsdichte ergibt. Die zu verspleißenden Glasfasern werden in diesem Fokussierungsbereich angeordnet, so daß die gewünschte Erwärmung der Lichtwellenleiter erzielt wird.

In diesem Dokument wird insbesondere vorgeschlagen, einen fokussierenden Spiegel zu verwenden, längs dessen Symmetrieachse die zu verspleißenden Fasern positioniert werden. Durch Verwenden eines kollimierten Laserstrahls, der parallel zur Symmetrieachse auf den Spiegel trifft und dessen Leistung

symmetrisch um die Symmetrieachse verteilt ist, werden die Lichtwellenleiter bzw. die Spleißstelle im Brennpunkt des Spiegels von allen Seiten erwärmt. Nachteilig an dieser Lösung ist, daß sich bei großer Spiegelbrennweite die Halterungen beider Fasern im optischen Strahlengang befinden, die wiederum zu einer Abschattung und damit zu einer ungleichmäßigen Erwärmung führen. Bei kurzer Spiegelbrennweite befindet sich der Spiegel so nahe an der Spleißstelle, daß beim Spleißprozeß abgedampft Material sich auf diesem niederschlägt und der Spiegel dadurch häufig gereinigt oder ausgewechselt werden muß.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur thermischen Behandlung wenigstens eines Lichtwellenleiters anzugeben, mit der es ermöglicht ist, einen oder mehrere Lichtwellenleiter ohne die oben genannten Nachteile gleichmäßig zu erwärmen.

Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gemäß Patentanspruch 1 gelöst.

Gemäß der Erfindung wird durch ein erstes optisches System ein Strahlprofil des ausgesandten Strahls erzeugt, wobei die Ausdehnung des Strahlprofils quer zu einer Längsachse des oder der Lichtwellenleiter mindestens dem Zweifachen eines Durchmessers eines Lichtwellenleiters entspricht. Der oder die Lichtwellenleiter sind in Richtung quer zu einer Längsachse eines der Lichtwellenleiter im Fokussierungsbereich des Strahls, innerhalb dessen die Strahlung auf den oder die Lichtwellenleiter trifft, vollständig außerhalb einer Mitlenachse des Strahlprofils positioniert. Mit einem zweiten optischen System, das in Richtung des Strahlengangs des Strahls hinter dem oder den Lichtwellenleitern positioniert ist, wird die seitlich an dem oder den Lichtwellenleitern vorbei transmittierte Strahlung reflektiert und auf den oder die Lichtwellenleiter von einer zweiten Seite gelenkt. Auf diese Weise werden der oder die Lichtwellenleiter von zwei

Seiten, vorzugsweise zwei entgegengesetzten Richtungen, von der Strahlung getroffen und erwärmt. Dabei ist das von der einen Seite auftreffende Leistungsdichteprofil vorzugsweise annähernd gleich dem Leistungsdichteprofil, das von der anderen Seite auf den oder die Lichtwellenleiter trifft.

Die Vorrichtung gemäß der Erfindung ist bevorzugt verwendbar für das Verspleißen von mehreren Lichtwellenleitern, insbesondere für das Verspleißen von zwei Lichtwellenleitern, wie einleitend näher beschrieben. Die Vorrichtung ist jedoch auch zur thermischen Behandlung eines oder mehrerer Lichtwellenleiter allgemein geeignet, insbesondere zur thermischen Expansion eines Faserkerns oder zum Vergrößern oder Verkleinern des Faserdurchmessers (sogenanntes "Tapern") eines Lichtwellenleiters.

Mit der Erfindung ist es vorteilhaft ermöglicht, ein einfaches optisches System bereitzustellen, das die Strahlung, bei einer geeigneten Form und Lage des Strahlprofils an der Position des oder der Lichtwellenleiter, aus zwei Richtungen, vorzugsweise entgegengesetzten Richtungen mit annähernd gleicher Leistungsdichte, auf den oder die Lichtwellenleiter richtet. Dabei kann die Vorrichtung so angeordnet werden, daß der oder die Lichtwellenleiter aus beiden Richtungen an der gleichen Position entlang der Längsachse getroffen werden. Die Auslegung erfolgt dabei insbesondere dergestalt, daß dies auch der Fall ist, wenn der Auftreffpunkt der Strahlung auf den oder die Lichtwellenleiter entlang dessen/deren Längsachse(n) bewegt wird.

Das zweite optische System ist insbesondere derart ausgelegt, daß es das von der Strahlungsquelle ausgestrahlte Strahlprofil in einer Ebene parallel zu einer Lichtwellenleiter-Längsachse andersartig abbildet als in einer Ebene quer zu der Lichtwellenleiter-Längsachse. Insbesondere ist das zweite optische System dergestalt ausgebildet, daß es das Strahlprofil in der Ebene parallel zu der Lichtwellenleiter-Längsachse

nicht invertierend abbildet und in der Ebene quer zu der Lichtwellenleiter-Längsachse invertierend abbildet, dabei insbesondere jeweils im annähernden Verhältnis von 1 : 1.

Weitere vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der in der Zeichnung dargestellten Figuren, die bevorzugte Ausführungsbeispiele zur vorliegenden Erfindung darstellen, näher erläutert.

Nachfolgend werden die Vorteile und bevorzugten Aus- und Weiterbildungen der Erfindung anhand einer bevorzugten Ausführung der Vorrichtung für das Verspleißen von mehreren Lichtwellenleitern beschrieben. Analoges gilt jedoch auch für eine Vorrichtung zur thermischen Behandlung nur eines Lichtwellenleiters.

Es zeigen:

- Figur 1 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Abbildung einer von einem Laser ausgesandten Laserstrahlung auf zu verspleißende Lichtwellenleiter,
- Figur 2 eine schematische Darstellung des Strahlprofils am Ort der Lichtwellenleiter beim ersten Auftreffen, nach Transmission und nach Rückabbildung auf die Lichtwellenleiter,
- Figur 3 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform der Erfindung bezüglich des zweiten optischen Systems zur Rückabbildung der Laserstrahlung auf die Lichtwellenleiter,
- Figur 4 eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform der Erfindung bezüglich des zweiten opti-

schen Systems zur Rückabbildung der Laserstrahlung auf die Lichtwellenleiter,

Figur 5 eine schematische Darstellung einer dritten Ausführungsform der Erfindung bezüglich des zweiten optischen Systems zur Rückabbildung der Laserstrahlung auf die Lichtwellenleiter,

Figur 6 eine schematische Darstellung einer vierten Ausführungsform der Erfindung bezüglich des zweiten optischen Systems zur Rückabbildung der Laserstrahlung auf die Lichtwellenleiter,

Figur 7 eine schematische Darstellung mehrerer Ausführungsbeispiele für das Verspleißen von mehreren, nebeneinander liegenden Lichtwellenleitern,

Figur 8 eine Prinzipskizze bezüglich einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

In Figur 1 ist eine schematische Darstellung einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung gezeigt. Dargestellt ist eine Laserstrahlquelle 3 und ein erstes optisches System 10 zum Lenken und vorzugsweise Fokussieren eines von der Laserstrahlquelle ausgestrahlten Laserstrahls 8 auf die Lichtwellenleiterfasern 1 und 2. Das erste optische System 10 beinhaltet auch die Strahlungsoptik des Lasers zum Lenken des Laserstrahls.

Die Figur 1 zeigt beispielhaft eine Abbildung des Laserstrahls 8 auf die zu verspleißenden Fasern aus zwei ortogonalen Richtungen. In der Richtung entlang der Längsachsen der Fasern 1, 2 kann der Laserstrahl 8 in Längsrichtung derselben verschoben werden, insbesondere periodisch bewegt werden (Bewegungsrichtung 70 der Laserstrahlung 8). Hierzu dient eine schematisch dargestellte Antriebseinrichtung 7, die eine optische Komponente in Form einer Linse 11 derart bewegt, daß



eine Position eines Fokussierungsbereiches des Laserstrahls, innerhalb dessen die Strahlung auf die Lichtwellenleiterfasern trifft, in Längsrichtung derselben periodisch verschoben wird. Diesbezüglich ist in Figur 1 nur eine einfache Ausführungsform gezeigt, wobei auch denkbar wäre, den Laserstrahl 8 über eine optische Komponente in Form eines entsprechenden Spiegels abzulenken, und einen solchen Spiegel über eine entsprechende Antriebseinrichtung periodisch zu bewegen. Ein solcher Spiegel kann sich im Strahlengang vor oder hinter der Linse befinden.

Die Linse 11 bzw. das zur Abbildung verwendete optische System 10 ist so ausgelegt, daß am Ort der Fasern 1, 2 die Ausdehnung des Strahlprofils des Laserstrahls 8 quer zur Längsachse der Fasern mindestens doppelt so groß ist, wie der größte Durchmesser der Fasern.

Weiterhin ist in Figur 1 ein Koordinatensystem bestehend aus X-Achse, Y-Achse und Z-Achse dargestellt. Die X-Achse verläuft parallel zur Längsachse der Fasern, die Z-Achse senkrecht dazu. Wiederum senkrecht zur X-Achse und Z-Achse verläuft die Y-Achse in einer dritten Dimension. Die optische Achse des optischen Systems 10 ist mit OA1 bezeichnet.

In Figur 2 ist eine schematische Darstellung des Strahlprofils der Laserstrahlung 8 am Ort der Lichtwellenleiter beim ersten Auftreffen (Figur 2a), nach Transmission (Figur 2b) und nach Rückabbildung auf die Lichtwellenleiter (Figur 2c) gezeigt. Wie aus Figur 2a ersichtlich, befinden sich die Fasern 1, 2 in Richtung quer zur Faserlängsachse LA vollständig außerhalb der Mittenachse A des vorzugsweise symmetrischen Strahlprofils 4 der Laserstrahlung. Die Fasern 1, 2 weisen einen Faserdurchmesser  $d_f$  auf. Die Fasern 1, 2 befinden sich dabei oberhalb oder unterhalb der Mittenachse A des Strahlprofils 4. In Figur 2b ist das durch die Fasern bzw. seitlich an den Fasern vorbei transmittierte Strahlprofil 5 dargestellt, wobei ein Teil der Laserstrahlung durch die Fasern

absorbiert wurde (heller Teil des dargestellten Strahlprofils 5). Durch ein geeignetes zweites optisches System wird die Laserstrahlung ein zweites Mal auf die Fasern 1, 2 abgebildet und trifft aus der entgegengesetzten Richtung auf die Fasern. Das resultierende Strahlprofil 6 am Ort der Fasern ist in Figur 2c dargestellt. Hierbei trifft die Strahlung, die nach der ersten Abbildung seitlich an den Fasern transmittiert wurde, nach der zweiten Abbildung auf die Fasern 1, 2.

In Figur 3 ist eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung bezüglich des zweiten optischen Systems zur Rückabbildung der Laserstrahlung auf die Lichtwellenleiterfasern gezeigt. Das zweite optische System 20 zur Rückabbildung der Laserstrahlung weist einen Planspiegel 22 und eine asphärische Linse 21 auf, wobei die Linse 21 zwischen den Fasern 1, 2 und dem Planspiegel 22 angeordnet ist. Die asphärische Linse 21 weist zwei unterschiedliche Brennweiten  $f_x$  und  $f_y$  in der XZ-Ebene parallel zu den Faserlängsachsen bzw. in der YZ-Ebene quer zu den Faserlängsachsen auf. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist in der XZ-Ebene parallel zu den Faserlängsachsen der Abstand zwischen Linse 21 und den Fasern 1, 2 gleich dem Abstand zwischen der Linse 21 und dem Spiegel 22. Die Brennweite  $f_x$  der Linse 21 in dieser Ebene beträgt die Hälfte dieses Abstandes. Dadurch wird in dieser Ebene eine nicht invertierende Abbildung des Strahlprofils ungefähr im Maßstab 1 : 1 auf die Fasern erreicht. Auch bei einer Auslenkung des Laserstrahls längs der Faserlängsachsen, wie in Figur 3a dargestellt, trifft in dieser Ebene die Strahlung nach der zweiten Abbildung durch das zweite optische System 20 die Fasern 1, 2 an der gleichen Position, wie bei der ersten Abbildung mittels dem ersten optischen System 10 gemäß Figur 1.

In der YZ-Ebene quer zu den Faserlängsachsen ist die Brennweite  $f_y$  der asphärischen Linse 21 im wesentlichen gleich dem Abstand der Linse zu den Fasern (Figur 3b). Dadurch wird in dieser Ebene eine invertierende Abbildung des Strahlprofils

ungefähr im Maßstab 1 : 1 auf die Fasern erreicht. Dies hat zur Folge, daß die Laserstrahlung, die bei der ersten Abbildung gemäß Figur 1 seitlich an den Fasern transmittiert wurde, nach der zweiten Abbildung durch das optische System 20 auf die Fasern trifft.

Zu den vorgenannten Abständen des Ausführungsbeispiels gemäß Figur 3 sowie zu den Abständen der nachfolgend erläuterten Ausführungsbeispiele ist zu bemerken, daß diese Abstände nicht zwingend sind. Vielmehr ist durch eine geeignete Auslegung des optischen Systems eine Verkleinerung der ausgesandten Laserstrahlung auf dem reflektierenden Spiegel möglich, wobei das verkleinerte Abbild bei der Rückabbildung auf die Fasern wieder entsprechend vergrößert wird. Entsprechend sind die Abstände zwischen den optischen Komponenten einzustellen. Weiterhin ist festzuhalten, daß die genannten Abstände zwischen den optischen Elementen und den Fasern nur ungefähre Werte darstellen, die sich bei genauer Auslegung der optischen Abbildung ändern können. In diesem Zusammenhang sind insbesondere die Dicken der Linsen von Bedeutung. Nach bisheriger Erkenntnis ist davon auszugehen, daß sich die Abstände im Bereich von etwa 10% aufgrund der erwähnten genauen Auslegung ändern können.

In Figur 4 ist eine weitere schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform der Erfindung bezüglich des zweiten optischen Systems zur Rückabbildung der Laserstrahlung auf die Lichtwellenleiterfasern gezeigt. Dieses besonders günstige Ausführungsbeispiel bezüglich des zweiten optischen Systems 30 enthält als optische Elemente einen Planspiegel 33 sowie zwei Zylinderlinsen 31 und 32. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der Abstand der Linse 31 zu den Fasern 1, 2 gleich dem Abstand der Linse 31 zu dem Spiegel 33. Die Brennweite  $f_{31}$  der Linse 31 in der XZ-Ebene parallel zu den Faserachsen entspricht der Hälfte dieses Abstands. Die zweite Linse 32 besitzt in der XZ-Ebene keine Brechkraft. In dieser Ebene wird dadurch eine nicht invertierende Abbildung des

Strahlprofils annähernd im Maßstab 1 : 1 auf die Fasern erreicht.

In der YZ-Ebene quer zu den Faserachsen besitzt die zweite Linse 32 eine Brennweite  $f_{32}$ , die ihrem Abstand zu den Fasern 1, 2 entspricht. Der Abstand  $a$  zwischen der Linse 32 und dem Spiegel 33 ist dabei innerhalb praktikabler Grenzen beliebig. Es ist auch möglich, die Linse 32 vor der Linse 31 zu positionieren ( $a > 2f_{31}$  bzw.  $f_{32} < 2f_{31}$ ). Die Linse 31 besitzt in der YZ-Ebene keine Brechkraft. In dieser Ebene wird dadurch eine invertierende Abbildung annähernd im Maßstab 1 : 1 auf die Fasern erreicht.

In Figur 5 ist eine schematische Darstellung eines dritten Ausführungsbeispiels der Erfindung bezüglich des zweiten optischen Systems zur Rückabbildung der Laserstrahlung auf die Lichtwellenleiterfasern gezeigt. Dieses ebenfalls besonders günstige Ausführungsbeispiel des zweiten optischen Systems 40 weist eine Zylinderlinse 41 sowie einen in der YZ-Ebene konkaven Zylinderspiegel 42 auf. Der Abstand der Zylinderlinse 41 zu den Fasern 1, 2 ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel gleich dem Abstand der Linse 41 zu dem Spiegel 42. Die Brennweite  $f_{41}$  der Linse 41 in der XZ-Ebene parallel zu den Faserlängsachsen entspricht der Hälfte dieses Abstands. Der Spiegel 42 besitzt in dieser Ebene keine fokussierende Wirkung, das heißt er ist in der XZ-Ebene plan ausgeführt. In dieser Ebene wird dadurch eine nicht invertierende Abbildung des Strahlprofils annähernd im Maßstab 1 : 1 auf die Fasern erreicht.

In der YZ-Ebene quer zu den Faserlängsachsen besitzt der Spiegel 42 eine Brennweite  $f_{42}$ , die im vorliegenden Ausführungsbeispiel der Hälfte des Abstandes des Spiegels 42 zu den Fasern 1, 2 entspricht (Figur 5b). Die Zylinderlinse 41 besitzt in der YZ-Ebene keine Brechkraft. In dieser Ebene wird dadurch eine invertierende Abbildung durch das optische System 40 annähernd im Maßstab 1 : 1 auf die Fasern erreicht.

In Figur 6 ist eine weitere schematische Darstellung einer vierten Ausführungsform der Erfindung bezüglich des zweiten optischen Systems zur Rückabbildung der Laserstrahlung auf die Lichtwellenleiterfasern gezeigt. Dieses Ausführungsbeispiel bezüglich des zweiten optischen Systems 50 enthält als optische Elemente einen Planspiegel 53 sowie eine Zylinderlinse 52 und eine sphärische Linse 51. Die sphärische Linse 51 hat in beiden Ebenen  $xz$  und  $yz$  eine gleiche Brechkraft  $f_{51x}$  und  $f_{51y}$ . Die Zylinderlinse 52 hat vorzugsweise in der  $yz$ -Ebene keine Brechkraft. Die Brennweite der sphärischen Linse 51 ist in diesem Beispiel im wesentlichen gleich dem Abstand dieser Linse zu den Lichtwellenleitern. Der Abstand  $a$  zwischen der Linse 51 und dem Spiegel 53 ist dabei innerhalb praktikabler Grenzen beliebig.

Es wäre auch der Einsatz einer defokussierenden Zylinderlinse in Kombination mit einer fokussierenden sphärischen Linse denkbar. In diesem Fall hätte die Zylinderlinse in der  $xz$ -Ebene keine Brechkraft. In der  $yz$ -Ebene ergäbe sich dann eine resultierende Brennweite aus beiden Linsen. Der Abstand eines zu der Summe beider Linsen äquivalent wirkenden Elements zu den Lichtwellenleitern wäre gleich dieser resultierenden Brennweite.

In Figur 7 ist eine schematische Darstellung mehrerer Ausführungsbeispiele gemäß der Erfindung für das Verschweissen von mehreren nebeneinander liegenden Lichtwellenleiterfasern gezeigt. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist dabei derart ausgelegt, daß mehrere nebeneinander angeordnete Lichtwellenleiter 101 bis 103, die beispielsweise ein Faserbändchen bilden, mit entsprechend gegenüberliegenden Lichtwellenleiterfasern 201 bis 203 parallel verschweißbar sind. Damit können alle Fasern zweier Lichtwellenleiter-Faserbändchen gleichzeitig miteinander verschweißt werden. Hierzu kann eine optische Anordnung, wie vorstehend anhand der erläuterten Ausführungsbeispiele beschrieben, im Prinzip unverändert verwendet wer-

den. Lediglich das Strahlprofil der ersten optischen Abbildung der Laserstrahlung am Ort der Lichtwellenleiterfasern ist entsprechend auszulegen. Hierzu sind zwei mögliche Ausführungsbeispiele exemplarisch für drei Faserpaare in Figur 7 dargestellt.

In Figur 7a entspricht der Abstand  $ab$  zwischen zwei nebeneinanderliegenden Fasern 101 und 102 mindestens dem größten Durchmesser  $df$  der Fasern. Die Ausdehnung  $Wy$  des Strahlprofils quer zu den Faserachsen entspricht mindestens der Summe der Durchmesser  $df$  aller nebeneinander liegender Lichtwellenleiter 101 bis 103 bzw. 201 bis 203 und der zwischenliegenden Abstände  $ab$ . Auch der äußersten Faser 103 bzw. 203 ist ein entsprechender Abstand zugeordnet, das heißt, das Strahlprofil 4 erstreckt sich über den äußersten Lichtwellenleiter 103, 203 um eine Länge in Größe mindestens eines Durchmessers  $df$  einer Faser hinaus. Die Fasern sind derart angeordnet, daß bei Spiegelung um die horizontale Mittenachse A des Strahlprofils 4 jede gespiegelte Faser in einem Zwischenraum zwischen zwei nicht gespiegelten Fasern zu liegen kommt.

In dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 7b befinden sich die Faserpaare jenseits der Mittenachse A des Strahlprofils 4, das heißt entweder oberhalb oder unterhalb der horizontalen Mittenachse A. Die Ausdehnung  $Wy$  des Strahlprofils quer zu den Faserlängsachsen entspricht mindestens der zweifachen Summe der Durchmesser aller nebeneinander liegender Fasern und der dazwischenliegenden Abstände.

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Verspleißen von Lichtwellenleitern gemäß der vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele werden die zu verspleißenden Lichtwellenleiterfasern aus zwei entgegengesetzten Richtungen von der Laserstrahlung mit annähernd gleicher Leistungsdichte getroffen und erwärmt. Damit kann die Spleißqualität, gekennzeichnet insbesondere durch Kopplungsverluste und die Zugfestigkeit des Spleißes, im Vergleich zu einer einseitigen Erwärmung

verbessert werden. Durch das optische System wird dabei erreicht, daß die Laserstrahlung aus beiden Richtungen an der gleichen Position entlang der Faserlängsachsen auf die Fasern trifft. Dies ist insbesondere auch dann der Fall, wenn der Auftreffpunkt der Laserstrahlung auf die Fasern entlang der Faserachsen bewegt wird, wie insbesondere in Figur 1 schematisch dargestellt.

Insbesondere beim Verschweissen von mehreren Fasern ist ein Strahlprofil am Ort der Fasern besonders vorteilhaft, dessen Ausdehnung und Leistungsdichte in Richtung der Faserlängsachsen an jeder Position quer zu den Faserlängsachsen annähernd gleich groß ist. Dies kann beispielsweise mittels eines diffraktiv wirkenden optischen Elements erreicht werden, das beispielsweise mit der Linse 11 gemäß Figur 1 kombiniert ist. Der große Vorteil einer diffraktiv wirkenden optischen Anordnung besteht darin, daß die Strahlform und damit die Leistungsverteilung im Fokussierungsbereich durch die Gestaltung des diffraktiv wirkenden optischen Elements in weiten Grenzen an die individuellen Bedingungen der Spleißanordnung angepaßt werden kann. Die Wirkungsweise eines diffraktiv wirkenden optischen Elements beruht dabei auf der Beugung von Lichtwellen an feinen Strukturen.

In allen beschriebenen Ausführungsbeispielen kann es vorteilhaft sein, wenn innerhalb der YZ-Ebene quer zu den Faserlängsachsen ein geringer Winkel  $\alpha$  zwischen der optischen Achse OA1 des ersten optischen Systems und der optischen Achse OA2 des zweiten optischen Systems vorgesehen wird, wie anhand von Figur 8 in Verbindung mit den Figuren 1 und 3 schematisch dargestellt. Dadurch kann eine Rückreflexion von Laserstrahlung in die Laserstrahlquelle vermieden oder reduziert werden.

Anstelle jedes in den Ausführungsbeispielen genannten optischen Elements (Linse, Spiegel) kann jeweils auch eine analog wirkende Kombination von optischen Elementen verwendet wer-

den, die in ihrer Summenwirkung im wesentlichen die gleichen relevanten Eigenschaften aufweist wie das jeweilige Element. Dies kann insbesondere zum Ausgleichen von Abbildungsfehlern vorteilhaft sein.

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung können auch Fasern mit unterschiedlichen Außendurchmessern miteinander verschweißt werden. Dabei können unterschiedliche Außendurchmesser sowohl zwischen zwei zu verschweißenden Fasern als auch zwischen verschiedenen Faserpaaren auftreten. Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann auch zum Spleißen von Lichtwellenleitern an optische Bauteile (etwa Chips wie z. B. sogenannte Wellenlängenmultiplexer, Koppler etc. ) verwendet werden. Beim Spleißen von Lichtwellenleitern an optische Bauteile ist sozusagen einer der zu verspleißenden Lichtwellenleiter ein Lichtwellenleiter im optischen Bauteil.



## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur thermischen Behandlung wenigstens eines Lichtwellenleiters

- mit einer Strahlungsquelle (3) zur thermischen Behandlung wenigstens eines Lichtwellenleiters (1, 2),
- mit einem ersten optischen System (10) zur Lenkung eines von der Strahlungsquelle ausgestrahlten Strahls (8) auf den Lichtwellenleiter (1, 2) von einer ersten Seite,
- bei der das erste optische System (10) ein Strahlprofil (4) des Strahls erzeugt, dessen Ausdehnung quer zu einer Längsachse (LA) des Lichtwellenleiters mindestens dem Zweifachen eines Durchmessers (df) des Lichtwellenleiters entspricht,
- bei der der Lichtwellenleiter (1, 2) in Richtung quer zu der Längsachse (LA) des Lichtwellenleiters im Fokussierungsbereich des Strahls, innerhalb dessen die Strahlung auf den Lichtwellenleiter trifft, vollständig außerhalb einer Mittenachse (A) des Strahlprofils (4) positioniert ist,
- mit einem zweiten optischen System (20, 30, 40), das in Richtung eines Strahlengangs des Strahls hinter dem Lichtwellenleiter (1, 2) positioniert ist, und das eine seitlich an dem Lichtwellenleiter vorbei transmittierte Strahlung (5) reflektiert und auf den Lichtwellenleiter (1, 2) von einer zweiten Seite lenkt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß das zweite optische System (20, 30, 40) so ausgelegt ist, daß es das ausgestrahlte Strahlprofil (4) in einer Ebene (xz) parallel zu einer Längsachse des Lichtwellenleiters andersartig abbildet als in einer Ebene (yz) quer zu der Längsachse des Lichtwellenleiters.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß das zweite optische System (20, 30, 40) so ausgelegt ist, daß es das Strahlprofil (4) in der Ebene (xz) parallel zu der

Längsachse des Lichtwellenleiters nicht invertierend abbildet und in der Ebene (yz) quer zu der Längsachse des Lichtwellenleiters invertierend abbildet, insbesondere jeweils im annähernden Verhältnis von 1:1.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite optische System (20) einen Planspiegel (22) und eine asphärische Linse (21), bzw. eine jeweilige analog wirkende Kombination von optischen Elementen, enthält, wobei die Linse zwischen dem Lichtwellenleiter und dem Planspiegel angeordnet ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die asphärische Linse (21) zwei unterschiedliche Brennweiten ( $f_x$ ,  $f_y$ ) in der Ebene (xz) parallel und in der Ebene (yz) quer zu der Längsachse des Lichtwellenleiters aufweist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß in der Ebene (yz) quer zu der Längsachse des Lichtwellenleiters eine Brennweite ( $f_y$ ) der asphärischen Linse (21) im wesentlichen gleich dem Abstand der Linse zu dem Lichtwellenleiter ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß

- das zweite optische System (30) einen Planspiegel (33) und zwei Zylinderlinsen (31, 32), bzw. eine jeweilige analog wirkende Kombination von optischen Elementen, enthält,
- die Linsen zwischen dem Lichtwellenleiter und dem Planspiegel angeordnet sind,
- eine erste der Linsen (32) in einer Ebene (xz) parallel und eine zweite der Linsen (31) in einer Ebene (yz) quer zu einer Längsachse des Lichtwellenleiters keine Brechkraft aufweist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß

- das zweite optische System (50) einen Planspiegel (53), eine sphärische Linse (51) und eine Zylinderlinse (52), bzw. eine jeweilige analog wirkende Kombination von optischen Elementen, enthält,
- die Linsen zwischen dem Lichtwellenleiter (1, 2) und dem Planspiegel angeordnet sind,
- die sphärische Linse (51) in einer Ebene (xz) parallel und in einer Ebene (yz) quer zu einer Längsachse des Lichtwellenleiters die gleiche Brechkraft ( $f_{51x}$ ,  $f_{51y}$ ) und die Zylinderlinse in einer der Ebenen (yz) keine Brechkraft aufweist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß

in der Ebene (yz) quer der Längsachse des Lichtwellenleiters eine Brennweite ( $f_{32}$ ,  $f_{51y}$ ) einer der Linsen (32, 51) im wesentlichen gleich dem Abstand dieser Linse zu den Lichtwellenleitern ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß

- das zweite optische System (40) einen in einer Ebene (yz) quer zu einer Längsachse des Lichtwellenleiters konkaven Zylinderspiegel (42) und eine Zylinderlinse (41), bzw. eine jeweilige analog wirkende Kombination von optischen Elementen, enthält,
- die Zylinderlinse zwischen dem Lichtwellenleiter und dem Zylinderspiegel angeordnet ist,
- die Zylinderlinse (41) in der Ebene (yz) quer zu einer Längsachse des Lichtwellenleiters keine Brechkraft aufweist, und der Zylinderspiegel (42) in einer Ebene (xz) parallel zu der Längsachse des Lichtwellenleiters plan ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß

in der Ebene (yz) quer zu der Längsachse des Lichtwellenleiters eine Brennweite ( $f_{42}$ ) des Zylinderspiegels (42) im wesentlichen die Hälfte des Abstands des Zylinderspiegels zu dem Lichtwellenleiter beträgt.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung derart ausgelegt ist, daß mehrere nebeneinander angeordnete Lichtwellenleiter (101 bis 103) parallel thermisch behandelbar sind, insbesondere mit entsprechend gegenüberliegenden Lichtwellenleitern (201 bis 203) parallel verschweißbar sind.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß

- ein Abstand (ab) zwischen zwei nebeneinander liegenden Lichtwellenleitern (101, 102; 201, 202) mindestens einem Durchmesser (df) der Lichtwellenleiter entspricht,
- die Ausdehnung ( $W_y$ ) des Strahlprofils (4) quer zu einer Längsachse eines der Lichtwellenleiter im Fokussierungsbereich mindestens der Summe der Durchmesser (df) aller nebeneinander liegender Lichtwellenleiter (101 bis 103; 201 bis 203) und der zwischenliegenden Abstände (ab) entspricht, wobei das Strahlprofil (4) sich über einen äußersten Lichtwellenleiter (103, 203) um eine Länge in Größe mindestens eines Durchmessers (df) eines der Lichtwellenleiter hinaus erstreckt.

14. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß

- die nebeneinander liegenden Lichtwellenleiter (101 bis 103; 201 bis 203) jenseits einer Mittenachse (A) des Strahlprofils (4) angeordnet sind,
- die Ausdehnung ( $W_y$ ) des Strahlprofils quer zu einer Längsachse eines der Lichtwellenleiter im Fokussierungsbereich mindestens der zweifachen Summe der Durchmesser aller neben-

einander liegender Lichtwellenleiter und der zwischenliegenden Abstände entspricht.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß in einer Ebene (yz) quer zu einer Längsachse des Lichtwellenleiters ein Winkel ( $\alpha$ ) zwischen einer optischen Achse des ersten optischen Systems (OA1) und einer optischen Achse des zweiten optischen Systems (OA2) vorgesehen ist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß das erste optische System (10) ein diffraktiv wirkendes optisches Element (11) aufweist.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß

- das erste optische System (10) eine optische Komponente (11) aufweist, um den Strahl (8) auf die zu verspleißenden Lichtwellenleiter (1, 2) zu richten,
- die Vorrichtung eine Antriebseinrichtung (7) für die optische Komponente (11) aufweist, wobei die optische Komponente mit Hilfe der Antriebseinrichtung derart bewegbar ist, daß eine Position des Fokussierungsbereichs des Strahls in Längsrichtung (70) derselben verschiebbar, insbesondere periodisch bewegbar ist.

FIG 1

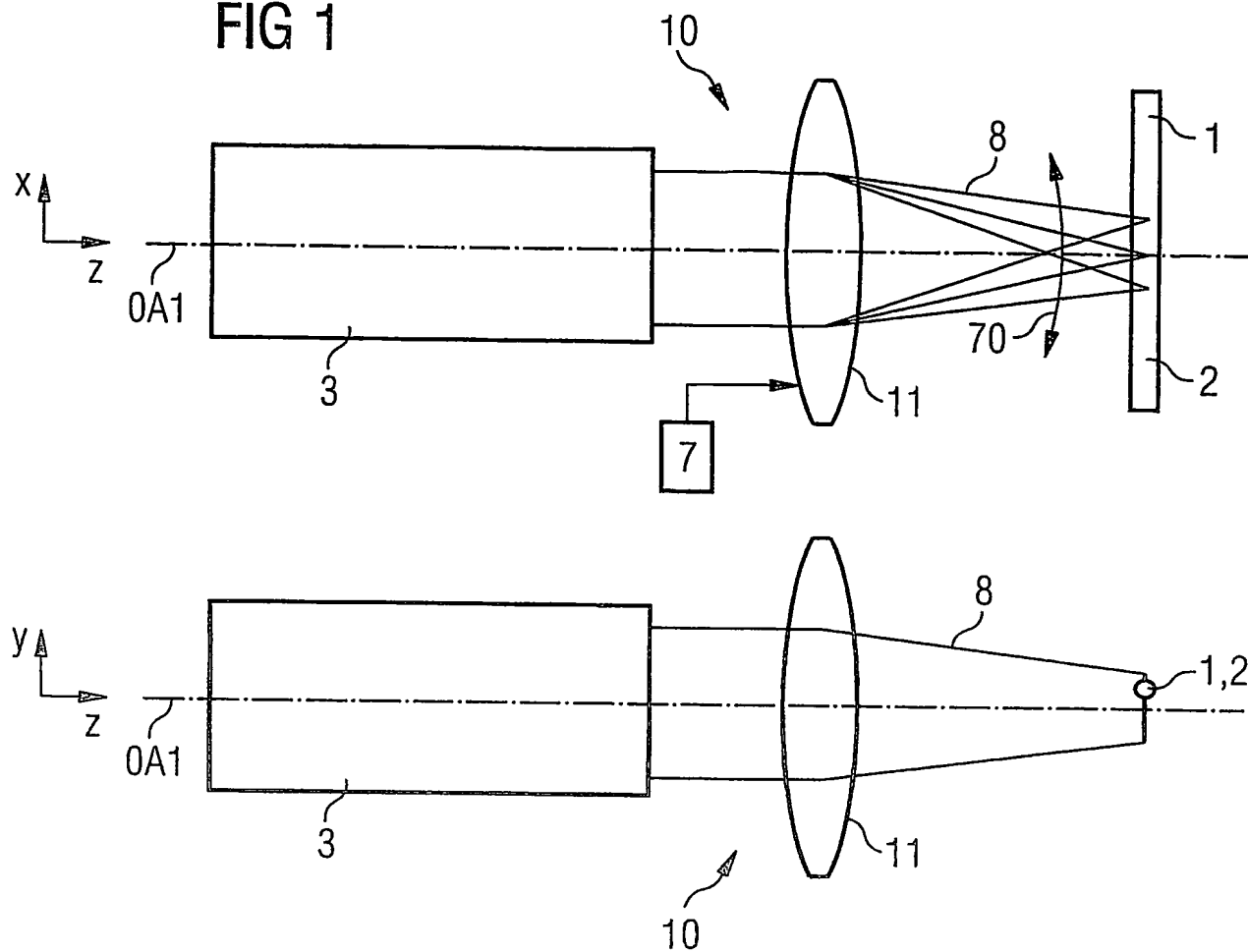


FIG 2A

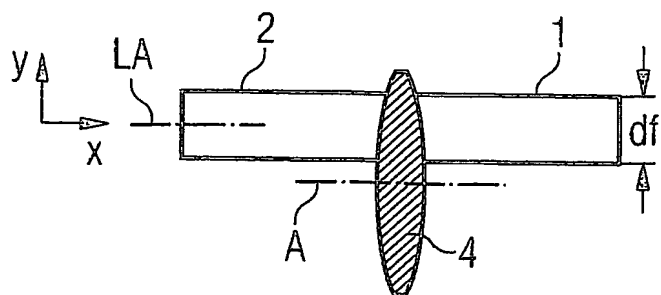


FIG 2B

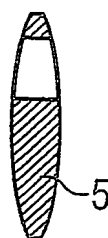


FIG 2C

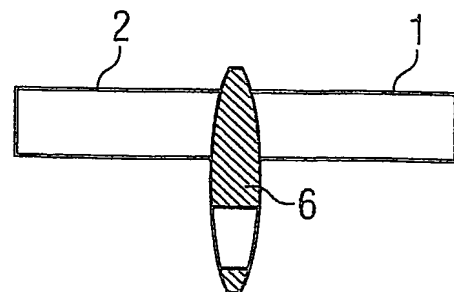


FIG 3A

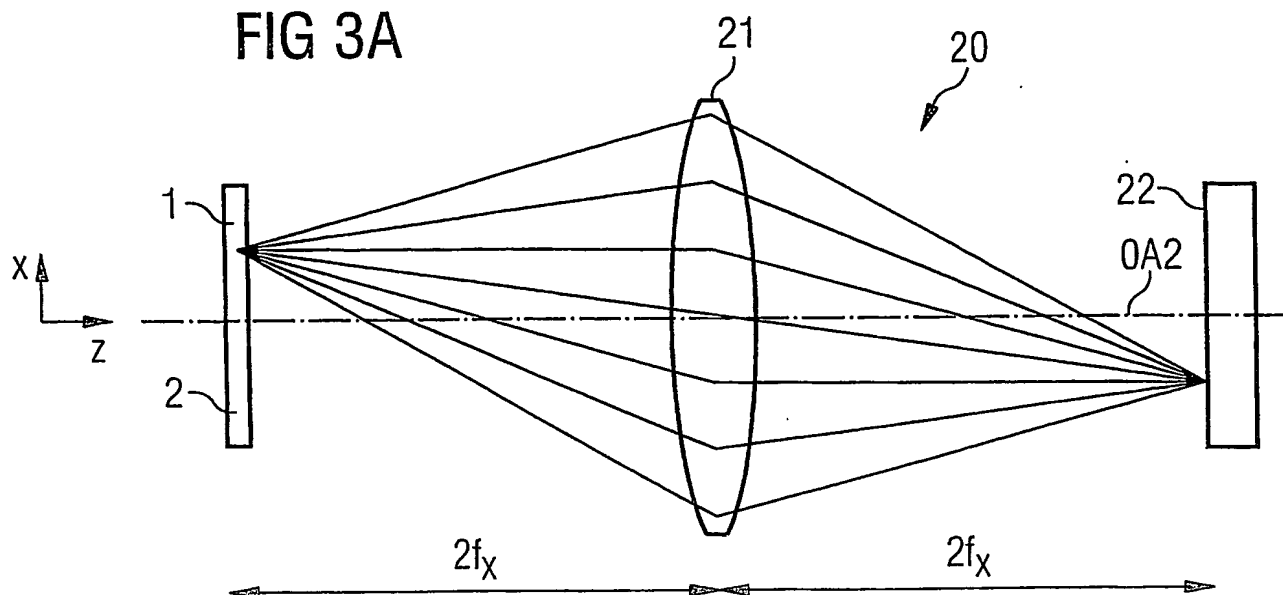


FIG 3B

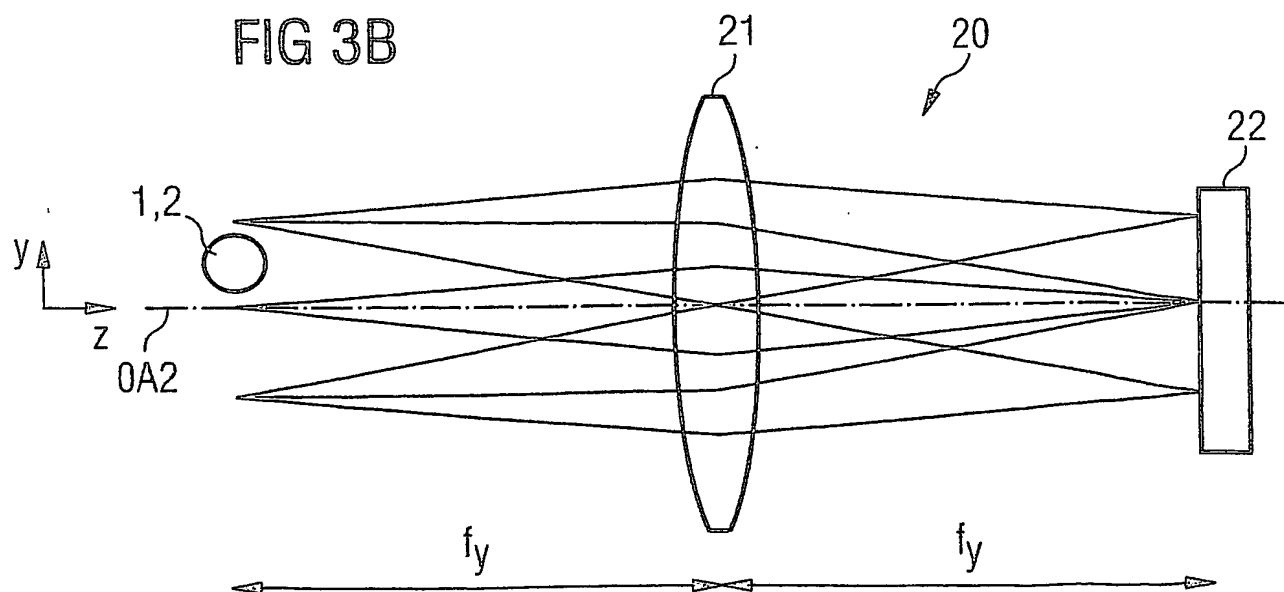


FIG 4A

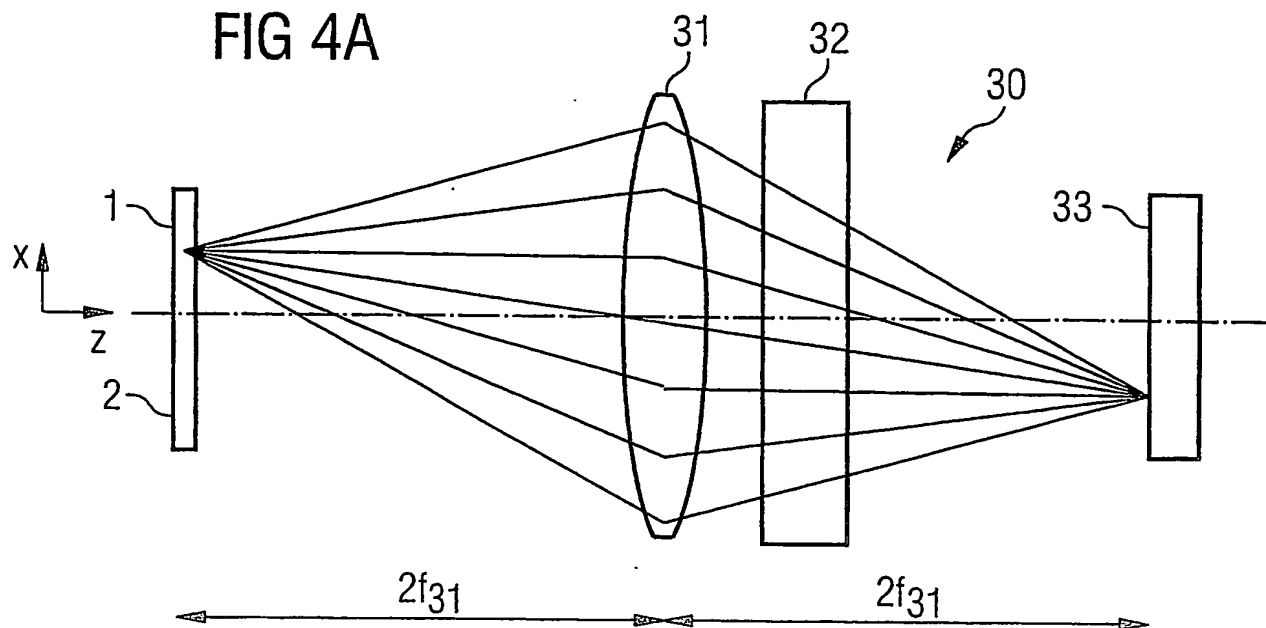


FIG 4B

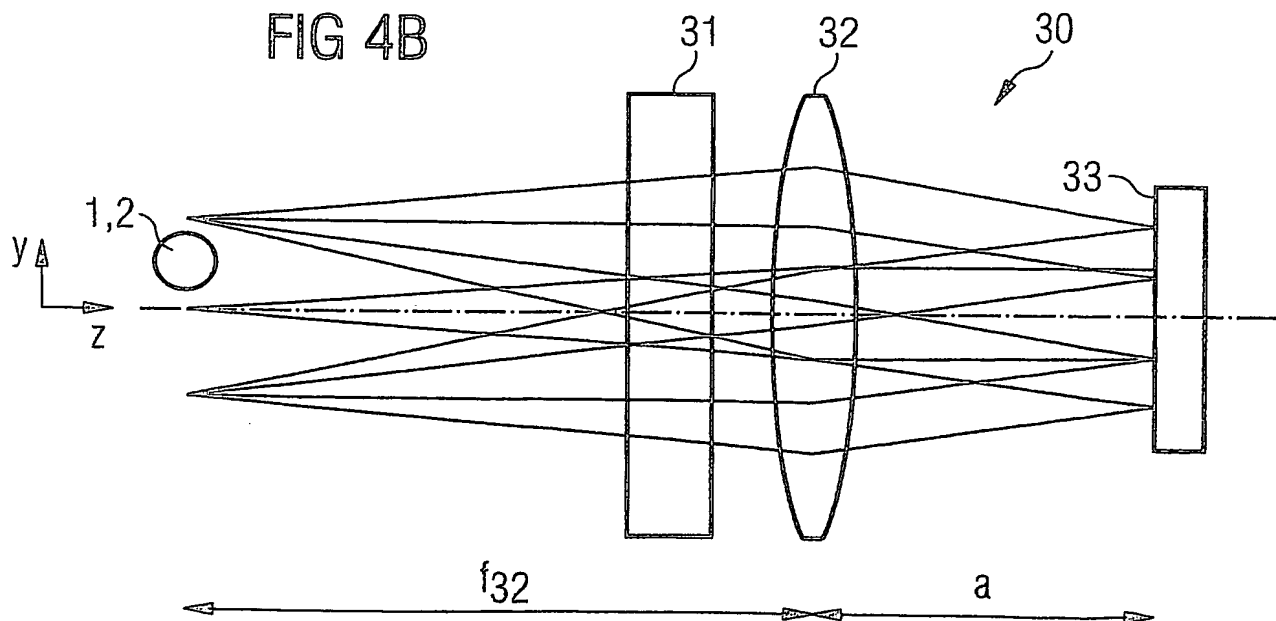




FIG 5A

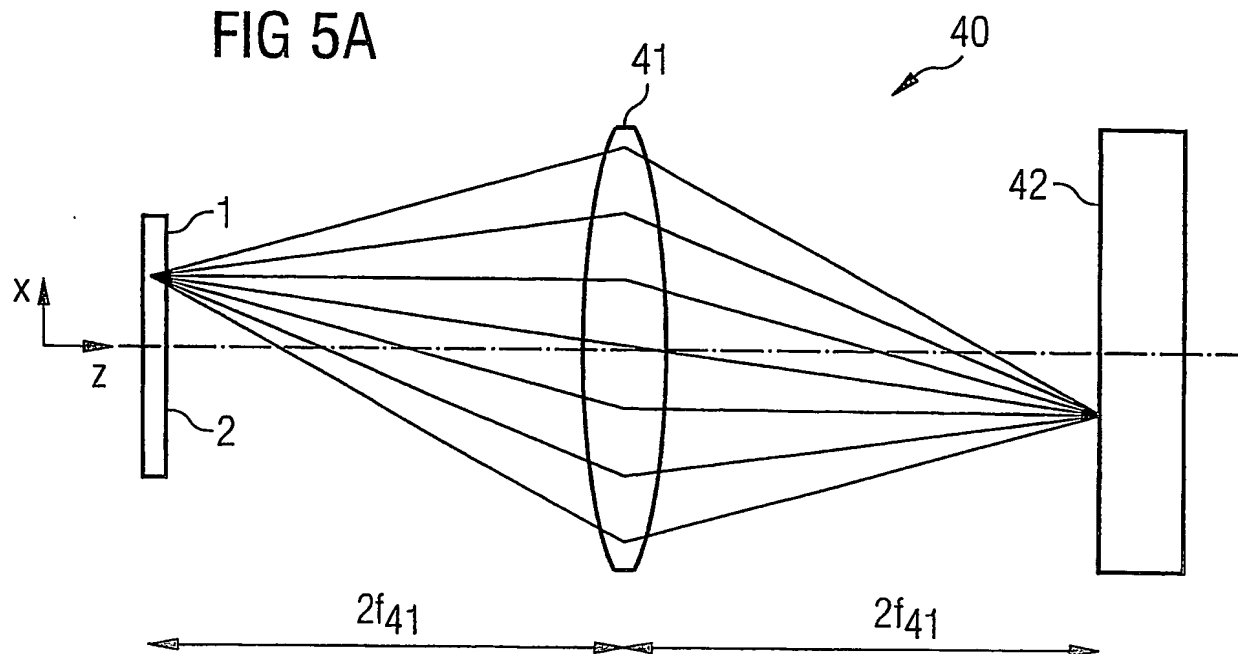


FIG 5B

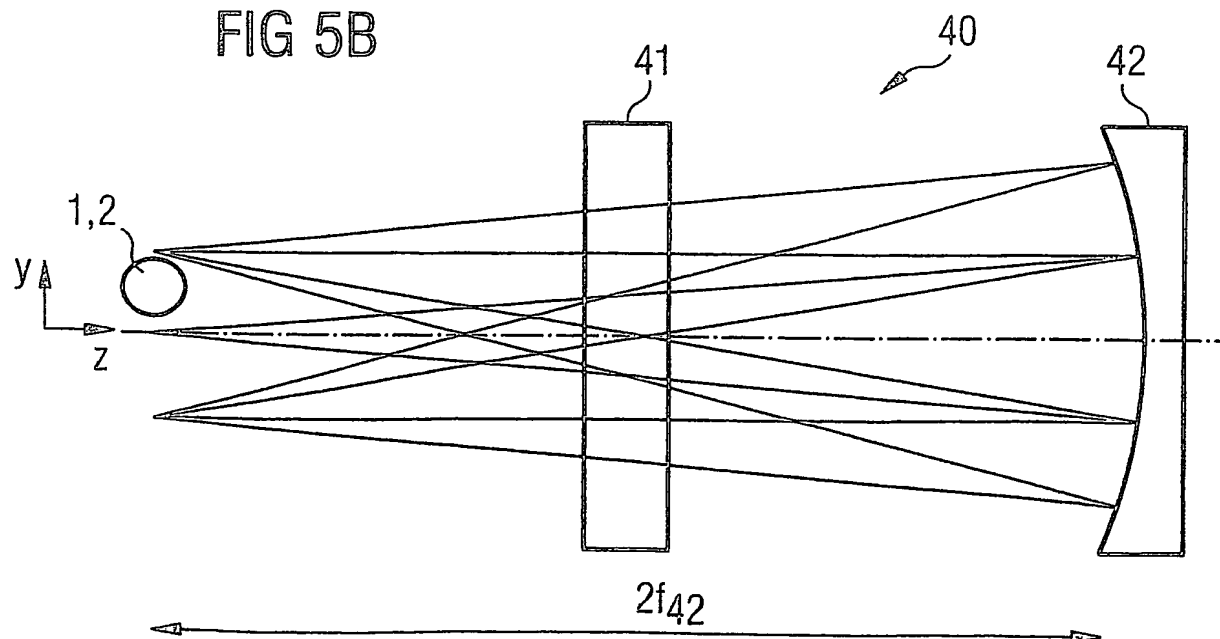


FIG 6A

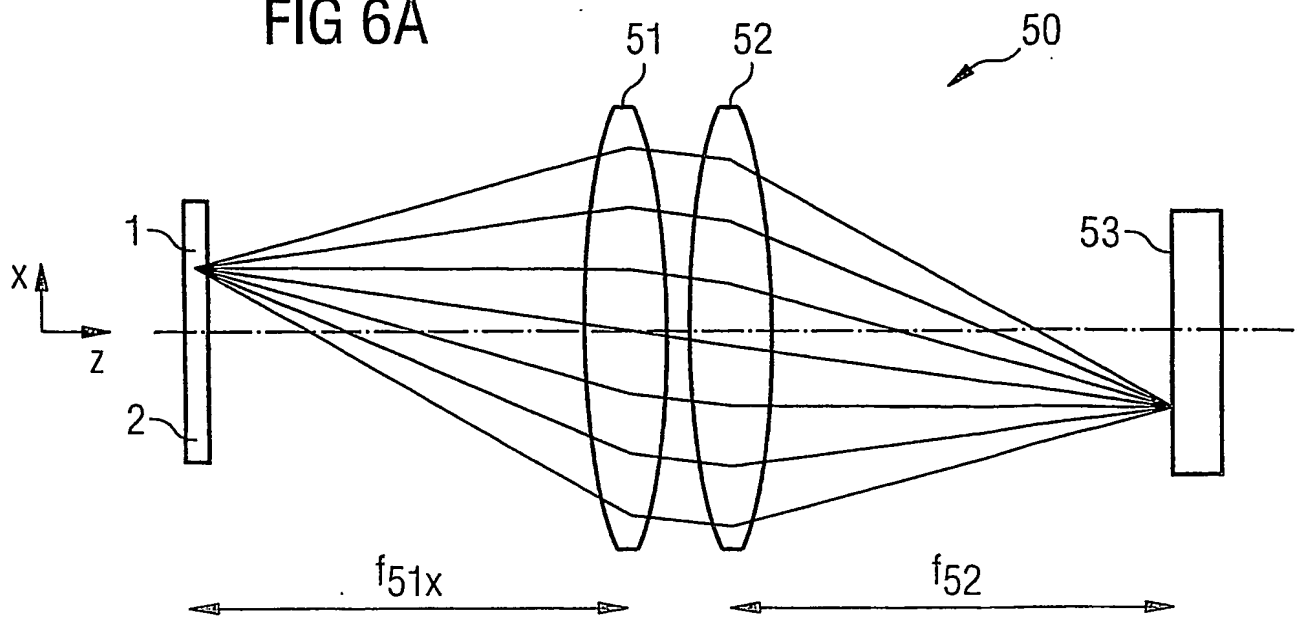


FIG 6B

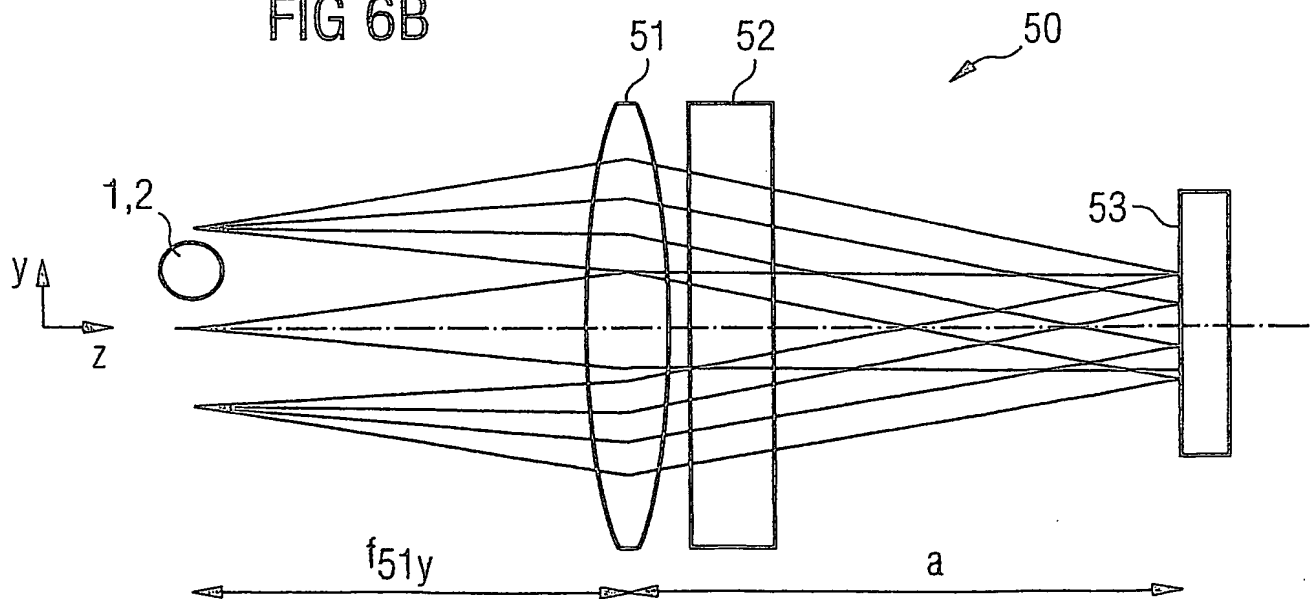


FIG 7A

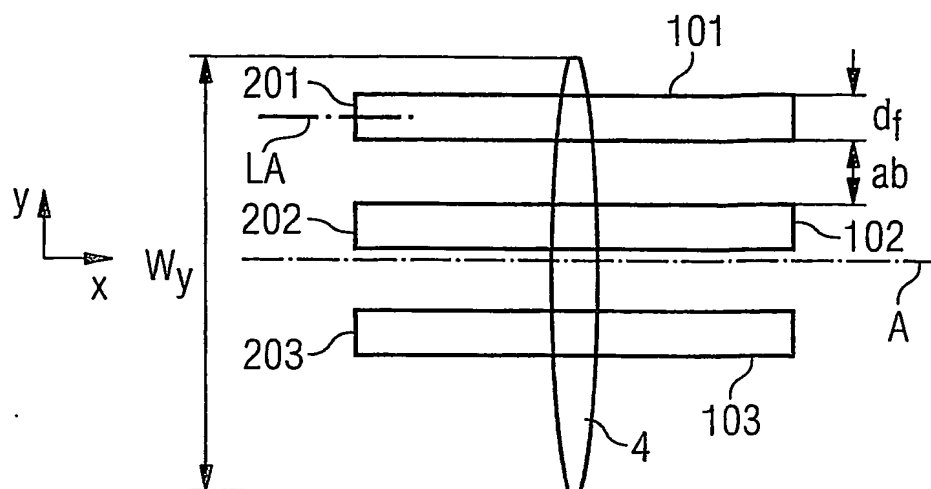


FIG 7B

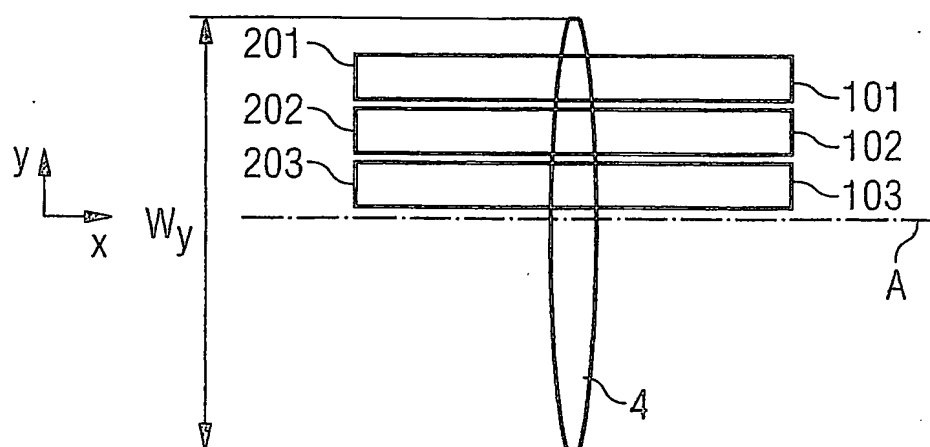
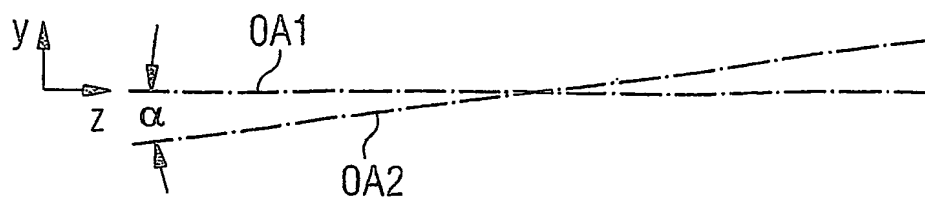


FIG 8



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/DE 0003630

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 G02B6/255

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 G02B B23K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 802 729 A (RIVOALLAN LOIC ET AL) 7 February 1989 (1989-02-07) the whole document	1,2, 12-15,17
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0050, no. 09 (P-045), 21 January 1981 (1981-01-21) -& JP 55 140807 A (NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>), 4 November 1980 (1980-11-04) abstract; figures 1,3,4	1
A	US 2002/118908 A1 (DEPEURSINGE CHRISTIAN ET AL) 29 August 2002 (2002-08-29) paragraphs '0105! - '0110!; figures 10,11 -/-	1-17

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 March 2004

Date of mailing of the international search report

15/03/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Wolf, S

BEST AVAILABLE COPY

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03630

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KINOSHITA K ET AL: "End preparation and fusion splicing of an optical fiber array with a CO2 laser" APPLIED OPTICS, OPTICAL SOCIETY OF AMERICA, WASHINGTON, US, vol. 18, no. 19, 1 October 1979 (1979-10-01), pages 3256-3260, XP002251526 ISSN: 0003-6935 the whole document -----	1, 12-14

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 99/03630

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4802729	A	07-02-1989	FR 2592724 A1 10-07-1987
			DE 3762235 D1 17-05-1990
			EP 0233091 A1 19-08-1987
			JP 62264008 A 17-11-1987
JP 55140807	A	04-11-1980	JP 1236450 C 17-10-1984
			JP 58057722 B 21-12-1983
US 2002118908	A1	29-08-2002	US 6453090 B1 17-09-2002
			WO 9839265 A1 11-09-1998
			EP 0968146 A1 05-01-2000
			JP 2000509853 T 02-08-2000

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 3630

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 G02B6/255

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G02B B23K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 802 729 A (RIVOALLAN LOIC ET AL) 7. Februar 1989 (1989-02-07) das ganze Dokument	1,2, 12-15,17
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 0050, Nr. 09 (P-045), 21. Januar 1981 (1981-01-21) -& JP 55 140807 A (NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>), 4. November 1980 (1980-11-04) Zusammenfassung; Abbildungen 1,3,4	1
A	US 2002/118908 A1 (DEPEURSINGE CHRISTIAN ET AL) 29. August 2002 (2002-08-29) Absätze '0105! - '0110!; Abbildungen 10,11  -/--	1-17

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

5. März 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/03/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Wolf, S

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>KINOSHITA K ET AL: "End preparation and fusion splicing of an optical fiber array with a CO2 laser"</p> <p>APPLIED OPTICS, OPTICAL SOCIETY OF AMERICA, WASHINGTON, US, Bd. 18, Nr. 19, 1. Oktober 1979 (1979-10-01), Seiten 3256-3260, XP002251526 ISSN: 0003-6935 das ganze Dokument</p>	1,12-14



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03630

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4802729 A	07-02-1989	FR 2592724 A1	10-07-1987
		DE 3762235 D1	17-05-1990
		EP 0233091 A1	19-08-1987
		JP 62264008 A	17-11-1987
JP 55140807 A	04-11-1980	JP 1236450 C	17-10-1984
		JP 58057722 B	21-12-1983
US 2002118908 A1	29-08-2002	US 6453090 B1	17-09-2002
		WO 9839265 A1	11-09-1998
		EP 0968146 A1	05-01-2000
		JP 2000509853 T	02-08-2000